

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/05309

REC'D 08 JUL 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 31 534.9

Anmeldetag:

11. Juli 2003

Anmelder/Inhaber:

Brueninghaus Hydromatik GmbH,
89275 Elchingen/DE

Bezeichnung:

Hydraulisches Lenksystem für
mobile Arbeitsmaschinen

IPC:

B 62 D 5/093

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Mai 2004

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

(Im Auftrag)

BEST AVAILABLE COPY

Wallner

P28118/DE

Hydraulisches Lenksystem für mobile Arbeitsmaschinen

- 5 Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Lenksystem für mobile Arbeitsmaschinen.

Bei Fahrzeugen mit einer Arbeitshydraulik - zum Beispiel Radlader, Bagger, Mähdrescher und Stapler - wird die Lenkung im allgemeinen auch hydraulisch ausgeführt. Die Gründe liegen in gleichen Anforderungen der Arbeitsmaschine und der Fahrzeuglenkung an die Steuerung - z. B. hohe Stellenergie - und in der kostenminimierenden Ausnutzung gemeinsamer hydraulischer Aggregate wie beispielsweise Hydropumpen oder Steuerblöcke für die Arbeitsmaschine und die Fahrzeuglenkung.

Bei einem hydraulischen Lenksystem nach der WO 99/55573 A1 erfolgt die Lenkung des Fahrzeugs über zwei Lenkzylinder, deren Stellkolben mit der Fahrzeugachse mechanisch verbunden sind und im jeweiligen Lenkzylinder verschiebbar sind. Für die Verschiebung des Stellkolben im jeweiligen Lenkzylinder, deren Position im Lenkzylinder die Lenkrichtung und den Lenkwinkel des Fahrzeugs festlegt, werden in den beiden durch den Stellkolben getrennten Stelldruckkammern des jeweiligen Lenkzylinders definierte Stelldrücke aufgebracht. Die Einstellung der dem Lenkwinkel des Fahrzeugs korrespondierenden Stelldruckhöhe für die jeweilige Stelldruckkammer und die richtige Zuschaltung des korrekt eingestellten Stelldrucks in die für die jeweils beabsichtigte Lenkrichtung des Fahrzeugs korrespondierende Stelldruckkammer in den beiden Lenkzylindern erfolgt je nach verwendetem Lenkorgan auf unterschiedliche Weise.

35

Wird als Lenkorgan ein Lenkrad benutzt, so wird über eine durch das Lenkrad verstellte hydrostatische Lenkeinheit das von einer druck- und förderstromgeregelten Hydropumpe gelieferte Hydraulikfluid lenkrichtungs- und lenkwinkel-

korrekt auf die beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder verteilt. Im Falle eines Joysticks als Lenkorgan wird über ein Vorsteuergerät in Abhängigkeit der Joystick-Auslenkung ein Steuerdruckpaar generiert, das an die

5 Steuereingänge eines Steuerventils in einem Steuerblock geführt ist. Die durch das Steuerdruckpaar erzeugte Auslenkung des Steuerventilkolbens führt zu einer lenkrichtungs- und lenkwinkelkorrekten Zuschaltung des am Eingang des Steuerventils anliegenden, von der druck- und

10 förderstromgeregelten Hydropumpe gelieferten Hydraulikfluids in die beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder. Anstelle der hydraulischen Ansteuerung kann auch eine elektrische Ansteuerung über ein vom Joystick geliefertes elektrisches Signal an einen am Stellventil

15 vorgesehenen, elektrischen Stellmagneten realisiert werden. Über ein Prioritätsventil wird lastabhängig das von der Hydropumpe gelieferte Hydraulikfluidvolumen für die hydrostatische Lenkeinheit oder den Steuerblock dosiert.

20 Ganz wesentlich an dieser Realisierung der Fahrzeuglenkung ist die Tatsache, dass abhängig vom beabsichtigten Lenkwinkel und der beabsichtigten Lenkrichtung des Fahrzeugs die beiden Stelldruckkammern in den beiden

25 Lenkzylindern mit einem jeweils komplementären der Lenkrichtung und dem Lenkwinkel entsprechenden Stelldruck beaufschlagt werden. Dies setzt voraus, dass die Druckdifferenzen zwischen den beiden Stelldruckkammern jeweils eines Lenkzylinders entsprechend der beabsichtigten

30 Lenkrichtung und des beabsichtigten Lenkwinkels positive und negative Werte annehmen müssen. Da die Hydropumpe in der WO 99/55573 A1 im offenen Kreislauf betrieben wird und daher nur eine Stromrichtung aufweist, kann die der beabsichtigten Lenkrichtung und dem beabsichtigten

35 Lenkwinkel entsprechenden positiven oder negativen Stelldruckdifferenz zwischen den beiden Stelldruckkammern in jeweils einem Lenkzylinder nicht direkt von der Hydropumpe zugeführt werden. Vielmehr sind in einem derartigen hydraulischen Kreislauf im Lastkreis zusätzliche hydrau-

lische Aggregate - zum Beispiel eine hydraulische Lenkein-
heit oder ein Steuerblock - erforderlich, um das
Hydraulikfluid im Lastkreis lenkrichtungs- und lenkwinkel-
korrekt auf die jeweiligen Stelldruckkammern in den beiden
5 Lenkzylinder zuzuschalten.

Diese zusätzlichen hydraulischen Aggregate erhöhen die
Investitionskosten einer hydraulischen Lenkung nicht
unerheblich. Auch ist mit der Zwischenschaltung zusätz-
10 licher hydraulischer Aggregate ein zusätzlicher Ver-
rohrungs- und Verschraubungsaufwand verbunden, der insbe-
sondere an den Anschlußstellen das Risiko zusätzlicher
Leckölstellen bedingt. Insgesamt erhöht sich aufgrund der
zusätzlichen hydraulischen Aggregate und der zusätzlichen
15 Verrohrung der Platzbedarf für die hydraulische Lenkung.
Auch der Aufwand für Montage, Wartung und Service nimmt
auf Grund zusätzlicher Komponenten im hydraulischen System
zu. Die Zwischenschaltung insbesondere von verstellbaren
Steuerventilen in den Hydraulikleitungen zur lenkwinkel-
20 und lenkrichtungskorrekten Zuschaltung des Hydraulikfluids
in die jeweiligen Stelldruckkammern der beiden Lenk-
zylinder führt im Vergleich zu einem Lastkreis ohne
verstellbare Steuerventile zu einer zusätzlichen Erhöhung
der Durchflußwiderstände im hydraulischen Kreislauf, die
25 mit unnötigen hydraulischen Energieverlusten verbunden
ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das
hydraulische Lenksystem für eine mobile Arbeitsmaschine
30 mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1
derart weiterzubilden, dass den beiden Stelldruckkammern
der beiden Lenkzylinder entsprechend der beabsichtigten
Lenkrichtung und des beabsichtigten Lenkwinkels des
Fahrzeugs ein Hydraulikfluid mit dem dafür erforderlichen
35 Stelldruck jeweils direkt aus der Hydropumpe ohne
Zwischenschaltung zusätzlicher Steuer- und Stellein-
richtungen im Lastkreis zugeführt wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein hydraulisches Lenksystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Im Gegensatz zum offenen Kreislauf der hydraulischen Lenkung in der WO 99/55573 A1 wird in der Erfindung ein geschlossener Kreislauf benutzt. Somit ist es möglich, durch Verstellung des Hydraulikfluidstromes mittels einer Verstelleinrichtung an den beiden Anschlüssen der Hydropumpe positive und negative Stelldruckdifferenzen mit verstellbaren Druckpegel zu erzeugen, die direkt ohne Zwischenschaltung komplexer hydraulischer Aggregate an die Eingänge der beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder geführt werden können. Somit können über die Verstellung des Förderstromvolumens der Hydropumpe relativ einfach die für den gewünschten Lenkwinkel und die gewünschte Lenkrichtung erforderlichen Stelldrücke in den beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder eingestellt werden.

Neben der Beseitigung der obig genannten Nachteile, die für eine Realisierung nach der WO 99/55573 A1 charakteristisch sind, treten in einem geschlossenen Kreislauf auch keine Unterdrücke mehr auf, wie sie bei expandierenden Stelldruckkammern, die in einem offenen Kreislauf mit einem Hydrauliktank verbunden sind, anzutreffen sind. Diese Unterdrücke bewirken in den jeweiligen Stelldruckkammern Kavitationen und damit zunehmende Beschädigungen am Lenkzylinder und den Dichtungen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Wenn die Druckkammern unterschiedliche Druckbeaufschlagungsflächen haben, ist eine kreuzweise Umschaltung der Kammern sinnvoll, um sicherzustellen, daß das insgesamt in beide Stellrichtungen verdrängte Volumen pro Wegstrecke identisch ist. Sonst ist ein Betrieb im geschlossenen Kreislauf nicht möglich.

Die Einstellung der Lenkrichtung und des Lenkwinkels kann über ein Lenkrad oder einen Joystick als Lenkorgan betätigt werden.

5

Die der Auslenkung des Lenkrads oder des Joysticks proportionalen Steuersignale können in einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung als elektrische Signale vorliegen. Hierbei steuern die der Auslenkung des Lenkrads bzw. des Joysticks proportionalen elektrischen Signale jeweils einen elektrischen Stellmagneten an den Steuereingängen eines Stellventils an, über das die beiden Stelldruckkammern der Verstelleinrichtung der Hydropumpe mit Stelldruck beaufschlagt wird.

15

In einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anstelle der elektrischen Ansteuerung eine hydraulische Ansteuerung verwendet. Das Lenkrad beeinflusst den von einer Hydropumpe erzeugten Stelldruck, der in die Steuerdruckkammer des Stellventils geführt ist. Die Auslenkung des Joysticks verstellt den in einem Vorsteuergerät erzeugten Stelldruck, der ebenfalls in die Stelldruckkammern des Stellventils geführt wird.

25 Zwei Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen hydraulischen Lenkung für ein Fahrzeug und

30

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen hydraulischen Lenkung für ein Fahrzeug.

35

Das erfindungsgemäße hydraulische Lenksystem 100 für ein Fahrzeug wird in seiner ersten Ausführungsform nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben.

In Fig. 1 ist ein Schaltbild eines hydraulischen Lenk-
systems 100 für ein Fahrzeug dargestellt, das aus einem
ersten Lenkzylinder 1 und einem zweiten Lenkzylinder 2
besteht. Im Lenkzylinder 1 ist ein Stellkolben 3
verschiebbar geführt, der mit den hinsichtlich Lenk-
richtung und Lenkwinkel verstellbaren Fahrzeugrädern oder
dem Vorderwagen (Knicklenkung) mechanisch gekoppelt ist.
Im Lenkzylinder 2 ist der Stellkolben 4 verschiebbar
geführt, der ebenfalls mit den hinsichtlich Lenkrichtung
und Lenkwinkel verstellbaren Fahrzeugrädern mechanisch
gekoppelt ist. Der erste und zweite Lenkzylinder 1 und 2
ist jeweils an seinem kolbenseitigen Ende mit der
Karosserie 5 mechanisch verbunden.

Der erste Lenkzylinder 1 weist eine kolbenseitige
Stelldruckkammer 6 und eine kolbenstangenseitige Stell-
druckkammer 7 auf. Der zweite Lenkzylinder 2 weist
ebenfalls eine kolbenseitige Stelldruckkammer 8 und eine
kolbenstangenseitige Stelldruckkammer 9 auf.

Um eine Auslenkung der Fahrzeugräder in einer bestimmten
Lenkrichtung in einem bestimmten Lenkwinkel über die
mechanische Verstellung der Stellkolben 3 und 4 des ersten
und zweiten Lenkzylinders 1 und 2 zu erzielen, sind der
erste und zweite Lenkzylinder 1 und 2 in einem Winkel α
bis max. 90° bezüglich ihrer Stellkolbenstangen 3 und 4
zueinander orientiert. Um eine gleiche Wirkung beider
Stellkolbenbewegungen des ersten und zweiten Lenkzylinders
1 und 2 auf die Drehung der Fahrzeugräder bzw.
Knicklenkung in einer bestimmten Drehrichtung und in einem
bestimmten Drehwinkel zu erreichen, ist die kolbenseitige
Stelldruckkammer 6 des ersten Lenkzylinders 1 mit der
kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9 des zweiten
Lenkzylinders 2 über eine hydraulische Leitung 10
verbunden. Ebenso ist in diesem Sinne die kolbenseitige
Stelldruckkammer 7 des ersten Lenkzylinders 1 über eine
hydraulische Leitung 11 mit der kolbenstangenseitigen
Stelldruckkammer 8 des zweiten Lenkzylinders 2 verbunden.

Die kolbenstangenseitige Stelldruckkammer 9 des zweiten Lenkzylinders 2 ist über eine erste hydraulische Lastleitung 12 mit dem ersten Anschluß 46 einer verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verbunden. Die kolbenseitige Stelldruckkammer 8 des zweiten Lenkzylinders 2 ist über eine zweite hydraulische Lastleitung 13 mit dem zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verbunden. Die verstellbare erste Hydropumpe 14 wird über eine Antriebswelle 16 von einer Antriebsmaschine (in Fig. 1 nicht dargestellt), beispielsweise einem Diesellaggregat, angetrieben.

Ein jeweils erster Druckraum 7, 9 grenzt an den zugehörigen Zylinderkolben 3, 4 mit einer Druckbeaufschlagungsfläche A1 an, die kleiner ist als die Druckbeaufschlagungsfläche A2, mit welcher der jeweils andere zweite Druckraum 6, 8 an den entsprechenden Zylinderkolben 3, 4 angrenzt. Jeder Anschluß 46, 15 der Hydropumpe 14 ist mit einem ersten Druckraum 7, 9 mit kleinerer Druckbeaufschlagungsfläche A1 und einem zweiten Druckraum 8, 6 mit größerer Druckbeaufschlagungsfläche A2 verbunden. Durch diese kreuzweise Verschaltung wird erreicht, daß das von den Zylinderkolben 3 und 4 bei Verstellung in eine der beiden Verstellrichtungen einerseits verdrängte Volumen und andererseits nachgesaugte Volumen gleich groß ist. Dadurch wird ein Betrieb im geschlossenen Kreislauf ermöglicht, da somit das an der Hydropumpe 14 beispielsweise am Anschluß 46 geförderte Volumen dem Volumen entspricht, daß die Hydropumpe an dem anderen Anschluß 15 nachsaugt und umgekehrt.

Eine Speisepumpe 17 wird ebenfalls über die Antriebswelle 16 mit der Antriebsmaschine angetrieben. Bei der Speisepumpe 17 handelt es sich um eine im Ein-Quadranten-Betrieb arbeitende Hydropumpe, deren niederdruckseitiger Anschluß 18 über eine Hydraulikleitung 90 unter Zwischenschaltung einer Filtereinrichtung 91 mit einem Hydrauliktank 92 verbunden ist.

Der hochdruckseitige Anschluß 19 der Speisepumpe 18 ist bezüglich einer Druckbegrenzung mit einem Druckbegrenzungsventil 23 über eine Hydraulikleitung 20 verbunden.

5 Der eine der beiden Steueranschlüsse des Druckbegrenzungsventils 23 ist mit der Hydraulikleitung 20 verbunden. Am anderen Steuereingang des Druckbegrenzungsventils 23 kann über eine Feder 24 ein bestimmter oberer Druckgrenzwert eingestellt werden. Übersteigt der Druck in der

10 Hydraulikleitung 20 den durch die Feder 24 eingestellten oberen Druckgrenzwert, so öffnet das Druckbegrenzungsventil 23 und verbindet die Hydraulikleitung 20 mit dem Hydrauliktank 25. Der Druck in der Hydraulikleitung 20 vermindert sich daraufhin so weit, bis sich in der

15 Hydraulikleitung 20 ein dem oberen Druckgrenzwert entsprechender Druck einstellt und das Druckbegrenzungsventil 23 wieder in den gesperrten Zustand übergeht.

Der hochdruckseitige Anschluß 19 der Speisepumpe 18 ist über die Hydraulikleitung 20 mit einem ersten Rückschlagventil 21 und einem zweiten Rückschlagventil 22 verbunden. Das Rückschlagventil 21 ist mit seinem zweiten Anschluß mit der Hydraulikleitung 12 verbunden, während das Rückschlagventil 22 mit seinem zweiten Anschluß mit

25 der Hydraulikleitung 13 verbunden ist. Sinkt der Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 unter das in der Hydraulikleitung 20 über das Druckbegrenzungsventil 23 festgelegte Druckniveau, so öffnet das Rückschlagventil 21 und paßt den Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung

30 12 an den in der Hydraulikleitung 20 herrschenden Druck an. Ganz analog öffnet bei einem Druckabfall in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 unter das in der Hydraulikleitung 20 herrschende Druckniveau das Rückschlagventil 22 und paßt den Druck in der zweiten

35 hydraulischen Lastleitung 13 an den in der Hydraulikleitung 20 herrschenden Druck an.

Parallel zum Rückschlagventil 21 ist ein Druckbegrenzungsventil 26 geschaltet. Dieses Druckbegrenzungsventil 26

vergleicht den an einem seiner Steuereingänge anliegenden Druckwert in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 mit dem am anderen Steuereingang über eine Feder 27 eingestellten Drucksollwert und öffnet bei einer
 5 Überschreitung des Drucks in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 über den durch die Feder 27 eingestellten Drucksollwert. Der Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 wird dabei über das Druckbegrenzungsventil 26 in die Hydraulikleitung 20 solange abgebaut, bis der
 10 Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 dem durch die Feder 27 am Druckbegrenzungsventil 26 eingestellten Drucksollwert entspricht und das Druckbegrenzungsventil 26 wieder in den gesperrten Zustand übergeht.

Analog ist ein zweites Druckbegrenzungsventil 28 zum Rückschlagventil 22 parallel geschaltet. Dieses vergleicht den in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 herrschenden Druck, der an einem seiner Steuereingänge geführt ist, mit einem durch eine Feder 29 an seinem
 20 anderen Steuereingang eingestellten Drucksollwert und öffnet bei Überschreitung des Drucks in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 über den durch die Feder 29 eingestellten Drucksollwert. Der Druck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 wird dabei über das
 25 Druckbegrenzungsventil 28 in der Hydraulikleitung 20 solange abgebaut, bis der Druck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 dem durch die Feder 29 eingestellten Drucksollwert entspricht und das Druckbegrenzungsventil 28 wieder in den gesperrten Zustand
 30 übergeht.

Die Ansteuerung der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 erfolgt über eine Verstelleinrichtung 30, deren Verstellkolben 31 mit der Schwenkschreibe (in Fig. 1 nicht
 35 dargestellt) der Hydropumpe 14 mechanisch verbunden ist. Der Verstellkolben 31 teilt die Verstelleinrichtung 30 in eine erste Stelldruckkammer 32 und in eine zweite Stelldruckkammer 33. Die erste Stelldruckkammer 32 ist über eine Hydraulikleitung 34 mit dem ersten Ausgang 65

eines Stellventils 35 verbunden, das als 4/3-Wegeventil ausgelegt ist. Die zweite Stelldruckkammer 33 ist über eine Hydraulikleitung 36 mit dem zweiten Ausgang 66 der Stellventils 35 verbunden. Der erste Eingang 67 des
5 Stellventils 35 ist über eine Hydraulikleitung 37 und die Hydraulikleitung 20 an den hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 18 angebunden. Der zweite Eingang 68 ist über eine Hydraulikleitung 38 mit einem Hydrauliktank 39 verbunden.

10

Die Ansteuerung der Stellventils 31 erfolgt über einen ersten Steuereingang 40 und einen zweiten Steuereingang 41, die beide als elektrische Stellmagnete ausgeführt sind. Über eine elektrische Leitung 41 ist der elektrische
15 Stellmagnet des ersten Steuereingangs 40 einerseits mit einem ersten Ausgang eines ersten Wandlers 42, der die mechanische Auslenkung an einem als Lenkrad ausgelegten ersten Lenkorgan 43 in ein dazu korrespondierendes elektrisches Signal wandelt, und mit einem ersten Ausgang
20 eines zweiten Wandlers 64, der die mechanische Auslenkung an einem als Joystick (Handsteuereinrichtung) ausgelegten zweiten Lenkorgan 44 in ein dazu korrespondierendes elektrisches Signal wandelt, verbunden. Der elektrische Stellmagnet des zweiten Steuereingangs 41 ist über eine
25 elektrische Leitung 45 mit einem zweiten Ausgang des Wandler 42 des als Lenkrad auslegten ersten Lenkorgans 43 und mit einem zweiten Ausgang des Wandlers 64 des als Joystick ausgelegten zweiten Lenkorgans 44 ebenfalls verbunden.

30

Für den Fall, dass vom Fahrzeugführer eine Linksdrehung der Fahrzeugräder beabsichtigt wird, wird vom Fahrzeugführer am ersten Lenkorgan 43 eine dazu korrespondierende Linksdrehung durchgeführt. Alternativ kann der Fahrzeugführer bei der beabsichtigten Linksdrehung der
35 Fahrzeugräder das zweite Lenkorgan 44 in einer der Linksdrehung der Fahrzeugräder korrespondierenden Auslenkungsrichtung verstellen. Eine gegenseitige Verriegelung des ersten und zweiten Lenkorgans 43 und 44, die in

Fig. 1 nicht dargestellt ist, sorgt dafür, dass vom Fahrzeugführer beide Lenkorgane nicht gleichzeitig benutzt werden können.

5 Diese der Drehung der Fahrzeugräder entsprechende Auslenkung eines der beiden Lenkorgane wird über die jeweiligen Wandler 42 und 64 in ein elektrisches Signal transformiert, das über die elektrische Leitung 41 dem elektrischen Stellmagnet am ersten Steuereingang 40 des
10 Stellventils 35 zugeführt wird. Der elektrische Stellmagnet am ersten Steuereingang 40 führt zu einer Auslenkung des Stellventils 35, so dass die erste Stelldruckkammer 32 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 34, 37 und 20 mit dem hochdruckseitigen Anschluß
15 19 der Speisepumpe 17 und die zweite Stelldruckkammer 33 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 36 und 38 mit dem Hydrauliktank 39 verbunden ist. Der Verstellkolben 31 der Verstelleinrichtung 30 wird darauf hin in Richtung eines höheren Stelldrucks am ersten
20 Anschluß 46 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verstellt.

Dieser höhere Stelldruck am ersten Anschluß 46 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wird über die erste
25 hydraulische Lastleitung 12 der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9 des zweiten Lenkzylinders 2 zugeführt und führt zu einer Verschiebung des Stellkolbens 4 in Richtung der kolbenseitigen Stelldruckkammer 8. Der höhere Stelldruck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 wird
30 über die Hydraulikleitung 10 der kolbenseitigen Stelldruckkammer 6 des ersten Lenkzylinders 1 zugeführt, so dass der Stellkolben 3 in Richtung der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 7 verschoben wird. Sowohl die Auslenkung des Stellkolbens 3 des ersten
35 Lenkzylinders 1 als auch die Auslenkung des Stellkolbens 4 des zweiten Lenkzylinders 2 führen zu einer Linksdrehung der Fahrzeugräder bzw. Knicklenkung.

Bei einer vom Fahrzeugführer beabsichtigten Rechtsdrehung der Fahrzeugräder wird das erste Lenkorgan 43 in eine dazu korrespondierende Rechtsdrehung bzw. alternativ das zweite Lenkorgan 44 in eine zur Rechtsdrehung der Fahrzeugräder korrespondierenden Auslenkungsrichtung geführt, so dass über die jeweiligen Wandler 42 und 64 ein elektrisches Signal erzeugt wird, das über die elektrische Leitung 45 dem elektrischen Stellmagnet am zweiten Steuereingang 41 des Stellventils 35 zugeführt wird. Das Stellventil 35 wird durch den elektrischen Stellmagneten am zweiten Steuereingang 41 derart ausgelenkt, dass die erste Stelldruckkammer 32 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 34 und 38 mit dem Hydrauliktank 39 und die zweite Stelldruckkammer 33 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 36, 37 und 20 mit dem hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 17 verbunden ist. Der Verstellkolben 31 der Verstelleinrichtung 30 wird in Richtung eines höheren Stelldrucks am zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verstellt.

Dieser höhere Stelldruck am zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wird über die zweite hydraulische Lastleitung 13 in die kolbenseitige Stelldruckkammer des zweiten Lenkzylinders 2 geführt und führt dort zu einer Auslenkung der Stellkolbens 4 in Richtung der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9. Der höhere Stelldruck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 wird über die Hydraulikleitung 11 der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 7 des ersten Lenkzylinders 1 zugeführt und führt dort zu einer Auslenkung der Stellkolbens 3 in Richtung der kolbenseitigen Stelldruckkammer 6. Die Auslenkung des Stellkolbens 3 des ersten Lenkzylinders 1 wie auch die des Stellkolbens 4 des zweiten Lenkzylinders 2 führen zu einer Rechtsdrehung der Fahrzeugräder.

Um ein Entweichen des Hydraulikfluids aus den Stelldruckkammern 6 bis 9 des ersten und zweiten Lenkzylinders 1 und 2 bei Ausfall der verstellbaren ersten

Hydropumpe 14 und damit eine unerwünschte Verschiebung des Lenkwinkel bzw. der Lenkrichtung der Fahrzeugräder während der Fahrt zu vermeiden, ist in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 ein schaltbares Rückschlagventil 47 und in
 5 der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 ein weiteres schaltbares Rückschlagventil 48 zwischengeschaltet. Über eine Hydraulikleitung 49 ist der Öffner des Rückschlagventils 47 mit dem lenkzylinderseitigen Anschluß des Rückschlagventils 48 in der zweiten hydraulischen
 10 Lastleitung 13 verbunden. Ganz analog ist der Öffner des Rückschlagventils 48 über die Hydraulikleitung 50 mit dem lenkzylinderseitigen Anschluß des Rückschlagventils 47 in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 verbunden. Damit ist gewährleistet, dass beide Rückschlagventile 47 und 48
 15 in der ersten und zweiten hydraulischen Lastleitung 12 und 13 gleichzeitig geöffnet sind und somit die über die erste oder zweite hydraulische Lastleitung 12 oder 13 den Lenkzylindern zugeführte Hydraulikfluidmenge in der jeweils komplementären zweiten oder ersten hydraulischen
 20 Lastleitung 13 oder 12 im Rahmen des geschlossenen Kreislaufes der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wieder zurückgeführt werden kann.

Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform des
 25 erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 in Fig. 1, in der eine elektrische Ansteuerung des Stellventils 35 realisiert ist, ist in Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 mit einer hydraulischen Ansteuerung des Stellventils 35
 30 dargestellt. Der Einheitlichkeit wegen werden in Fig. 2 für gleiche Komponenten zu Fig. 1 identische Bezugszeichen verwendet.

Anstelle der elektrischen Stellmagnete weist der erste
 35 Steuereingang 40 und der zweite Steuereingang 41 jeweils eine Stelldruckkammer zur hydraulische Ansteuerung des Stellventils 35 auf. Die Stelldruckkammer des ersten Steuereingangs 40 wird über die Hydraulikleitung 41 entweder vom Druck am ersten Anschluß 51 der verstellbaren

zweiten Hydropumpe 52 oder vom Druck am ersten Ausgang 53 des Vorsteuergerätes 54 versorgt. Ganz analog wird die Stelldruckkammer des zweiten Steuereingangs 41 über die Hydraulikleitung 45 vom Druck am zweiten Anschluß 55 der
5 verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 oder vom Druck am zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergerätes 54 versorgt. Der am ersten und zweiten Anschluß 51 und 52 der verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 anstehende Stelldruck kann über eine Verstelleinrichtung (in Fig. 2 nicht dargestellt) durch
10 entsprechende Drehung eines mit der Verstelleinrichtung mechanisch verbundenen und als Lenkrad ausgelegten ersten Lenkorgans 43 eingestellt werden.

Der erste Eingang 57 des Vorsteuergeräts 54 ist über eine
15 Hydraulikleitung 58 an den hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 17 angeschlossen. Der zweite Eingang 59 des Vorsteuergeräts 54 ist über eine Hydraulikleitung 60 mit einem Hydrauliktank 61 verbunden. Über die beiden Druckminderventile 62 und 63, deren beide Eingänge jeweils
20 mit dem ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des Vorsteuergeräts 54 verbunden sind, kann über eine Auslenkung des als Joystick ausgelegten zweiten Lenkorgans 44 der am ersten und zweiten Ausgang 53 und 56 anstehende Stelldruck eingestellt werden. Hierzu wird die mechanische
25 Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einen der beiden Steuereingänge der beiden Druckminderventile 60 und 63 geführt. Im Verhältnis der Druckdifferenz zwischen dem durch die Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einem der beiden Steuereingänge des Druckminderventils 62
30 hervorgerufenen Steuerdrucks und dem an den anderen Steuereingang des Druckminderventils 62 geführten Stelldrucks am ersten Ausgang 53 des Vorsteuergeräts 54 wird durch das Druckminderventil 62 ein Verhältnisdruck zwischen den am ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des
35 Vorsteuergeräts 54 anliegenden Drücken an den ersten Ausgang 53 des Vorsteuergeräts 54 durchgeschaltet. Analog wird im Verhältnis der Druckdifferenz zwischen den durch die Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einem der beiden Steuereingänge des Druckminderventils 63 hervorge-

rufenen Steuerdrucks und dem an den anderen Steuereingang des Druckminderventils 63 geführten Stelldrucks am zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergeräts 54 durch das Druckminderventil 62 ein Verhältnisdruck zwischen den am ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des Vorsteuergeräts 54 anliegenden Drücken an den zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergeräts 54 durchgeschaltet.

Über die bei der Beschreibung der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 bereits erwähnte gegenseitige Verriegelung (auch in Fig. 2 nicht dargestellt) des ersten und zweiten Lenkorgans 43 und 44 kann erreicht werden, dass der Fahrzeugführer alternativ nur eines der beiden Lenkorgane 43 und 44 benutzt. Damit ist gewährleistet, dass in den beiden Hydraulikleitungen 41 und 45 jeweils nur ein Stelldruckpaar der verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 oder des Vorsteuergeräts 54 auftritt.

Die Funktionsweise der Verstellung der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 über die Verstelleinrichtung 30, welche vom Stellventil 35 angesteuert wird, und die Funktionsweise der Lenkzylinderanordnung in der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 entspricht der Funktionsweise der entsprechenden Komponenten in der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100, so dass auf eine wiederholte Beschreibung dieser Funktionsweise an dieser Stelle verzichtet wird.

Ansprüche

1. Hydraulisches Lenksystem (100) für ein Fahrzeug, insbesondere für eine mobile Arbeitsmaschine, mit
5 mindestens zwei Lenkzylindern (1, 2), in denen Zylinderkolben (3, 4) verschiebbar sind, deren Position bzw. Bewegungsrichtung in den Lenkzylindern (1, 2) den Lenkwinkel bzw. die Lenkrichtung lenkbarer Fahrzeu-
10 gräder relativ zu einer Karosserie (5) des Fahrzeugs festlegen, wobei jeder der verschiebbaren Zylinderkolben (3, 4) den zugehörigen Lenkzylinder (1, 2) in jeweils zwei Druckräume (6 und 7, 8 und 9) teilt, und einer hinsichtlich des Fördervolumens verstellbaren ersten Hydropumpe (14), deren
15 erster Anschluß (46) je nach Lenkrichtung mit einem der Druckräume (6, 7) des ersten Lenkzylinders (1) und mit einem der Druckräume (8, 9) des zweiten Lenkzylinders (2) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite Anschluß (15) der verstellbaren ersten
20 Hydropumpe (14) in einem geschlossenen Kreislauf mit dem anderen Druckraum (6, 7) des ersten Lenkzylinders (1) und mit dem anderen Druckraum (8, 9) des zweiten Lenkzylinders (2) verbunden ist.
- 25 2. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass jeweils ein erster Druckraum (7; 9) an den zugehörigen Zylinderkolben (3; 4) mit einer Druckbeaufschlagungsfläche (A1) angrenzt, die kleiner ist als die Druck-
30 beaufschlagungsfläche (A2), mit welcher der jeweils andere zweite Druckraum (6; 8) an den entsprechenden Zylinderkolben (3; 4) angrenzt, und
dass jeder Anschluß (46; 15) der Hydropumpe (14) mit einem ersten Druckraum (7; 9) mit kleinerer Druckbeaufschlagungsfläche (A1) und einem zweiten Druckraum (8; 6) mit
35 größerer Druckbeaufschlagungsfläche (A2) verbunden ist.
3. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die Förderrichtung der im Zwei-Quadranten-Betrieb arbeitenden Hydropumpe (14) die Lenkrichtung festlegt.

4. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 3,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das am ersten Anschluß (46) bzw. am zweiten Anschluß
(15) der im Zwei-Quadranten-Betrieb arbeitenden Hydropumpe
(14) geförderte Druckmittelvolumen den Lenkwinkel
festlegt.

10

5. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einstellung der Schwenkrichtung der Hydropumpe
(14) und des am ersten Anschluß (46) und am zweiten
15 Anschluß (15) der Hydropumpe (14) geförderten Druckmittel-
volumens in Abhängigkeit einer an einem nach Art eines
Lenkrads ausgebildeten ersten Lenkorgans (43) und/oder an
einem nach Art eines Joystick ausgebildeten zweiten
Lenkorgans (44) eingestellten Auslenkung erfolgt.

20

6. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Abhängigkeit der Auslenkung des ersten und/oder
zweiten Lenkorgans (43, 44) ein Stellventil (35)
25 angesteuert wird.

25

7. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auslenkung des Stellventils (35) durch
30 elektrische Stellmagnete an Steueranschlüssen (40, 41)
erfolgt, die jeweils ein elektrisches, von einem
elektrischen Wandler (42, 64) erzeugtes und der Auslenkung
des ersten oder zweiten Lenkorgans (43, 44) entsprechendes
Stellsignal vom ersten und/oder zweiten Lenkorgan (43, 44)
35 erhalten.

35

8. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Auslenkung des Stellventils (35) durch die in den an den beiden Steueranschlüssen (40, 41) befindlichen Stellerräumen angreifenden, der Auslenkung des ersten oder zweiten Lenkorgans (43, 44) entsprechenden Stelldrücke erfolgt.

9. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass an dem ersten und zweiten Anschluß (51, 55) einer verstellbaren zweiten Hydropumpe (52) Stelldrücke anstehen, die der Auslenkung des ersten Lenkorgans (43) entsprechen.

10. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Vorsteuergerät (54) über zwei Druckminderventile (62, 63), deren Eingänge jeweils mit dem hochdruckseitigen Anschluß (19) einer Speisepumpe (17) und einem Hydrauliktank (61) verbunden sind, die der Auslenkung des zweiten Lenkorgans (44) entsprechenden Stelldrücke erzeugt werden.

11. Hydraulisches Lenksystem nach einem der Ansprüche bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellventil (35) ein 4/3-Wegeventil ist, wobei dessen erster Eingangsanschluß (67) mit dem hochdruckseitigen Anschluß (19) einer Speisepumpe (17), dessen zweiter Eingangsanschluß (68) mit einem Hydrauliktank (39), dessen erster Ausgangsanschluß (65) mit einer ersten Stelldruckkammer (32) einer Verstelleinrichtung (30) und dessen zweiter Ausgangsanschluß (66) mit einer zweiten Stelldruckkammer (33) der Verstelleinrichtung (30) verbunden ist.

12. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellung der ersten Hydropumpe (14) hinsichtlich der Schwenkrichtung und des an seinem ersten Anschluß

(46) und des an seinem zweiten Anschluß (15) geförderten Druckmittelvolumens durch die Verstelleinrichtung (30) erfolgt.

5 13. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hydropumpe (14) und die Speisepumpe (17)
über eine gemeinsame Antriebswelle (16) von einer
Arbeitsmaschine, insbesondere von einem Diesellaggregat,
10 angetrieben werden.

14. Hydraulisches Lenksystem nach einem der Ansprüche 11
bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass ein niederdruckseitiger Anschluß (18) der Speisepumpe
(17) über ein Filter (20) mit einem Hydrauliktank (21) und
der hochdruckseitige Anschluß (19) der Speisepumpe (17)
über jeweils einem Rückschlagventil (21, 22) mit einer am
ersten Anschluß (46) der ersten Hydropumpe (14) ange-
20 schlossenen ersten hydraulischen Lastleitung (12) und
einer am zweiten Anschluß (15) der ersten Hydropumpe (14)
angeschlossenen zweiten hydraulischen Lastleitung (13)
verbunden ist.

25 15. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der ersten und zweiten hydraulischen Lastleitung
(12, 13) jeweils ein Rückschlagventil (47, 48) vorgesehen
ist.

Zusammenfassung

Ein hydraulisches Lenksystem (100) für ein Fahrzeug, insbesondere für eine mobile Arbeitsmaschine, besteht aus
5 mindestens zwei Lenkzylindern (1, 2), in denen Zylinderkolben (3, 4) verschiebbar sind, und einer hinsichtlich des Fördervolumens verstellbaren ersten Hydropumpe (14). Die Position bzw. die Bewegungsrichtung der Zylinderkolben (3, 4) in den Lenkzylindern (3, 4) legt den Lenkwinkel.
10 bzw. die Lenkrichtung der lenkbaren Fahrzeugräder relativ zu einer Karosserie (5) des Fahrzeugs fest. Die verschiebbaren Zylinderkolben (3, 4) teilen den zugehörigen Lenkzylinder (1, 2) in jeweils zwei Druckräume (6 und 7, 8 und 9). Der erste Anschluß (46) der
15 verstellbaren Hydropumpe (14) ist je nach Lenkrichtung mit einem der Druckräume (6 oder 7, 8 oder 9) der beiden Lenkzylinder (1, 2) verbunden. Der zweite Anschluß (15) der verstellbaren ersten Hydropumpe (14) ist in einem geschlossenen Kreislauf mit jeweils dem anderen Druckraum
20 (6 oder 7, 8 oder 9) der beiden Lenkzylinder (1, 2) verbunden.

(Fig. 1)

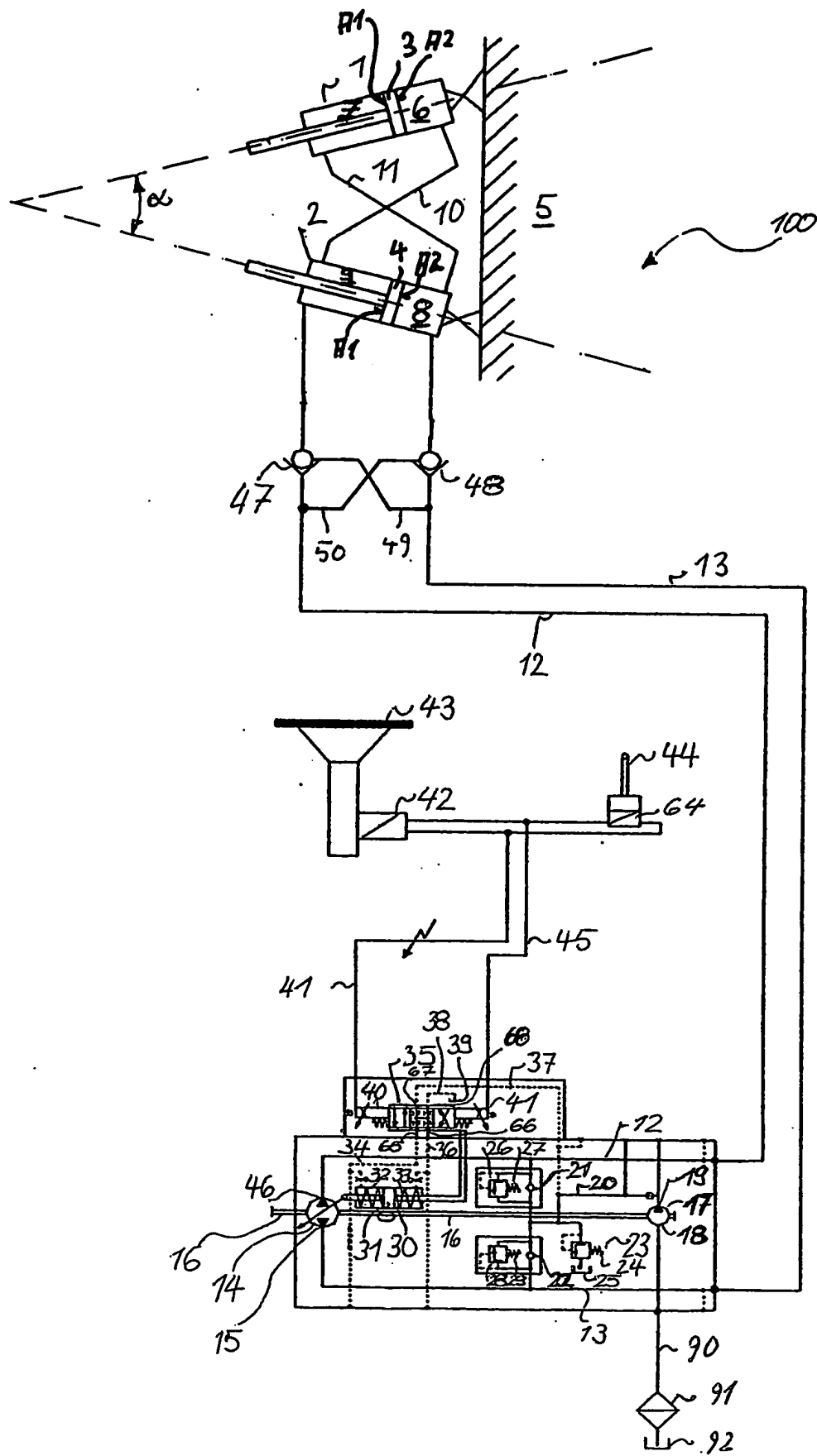


Fig. 1

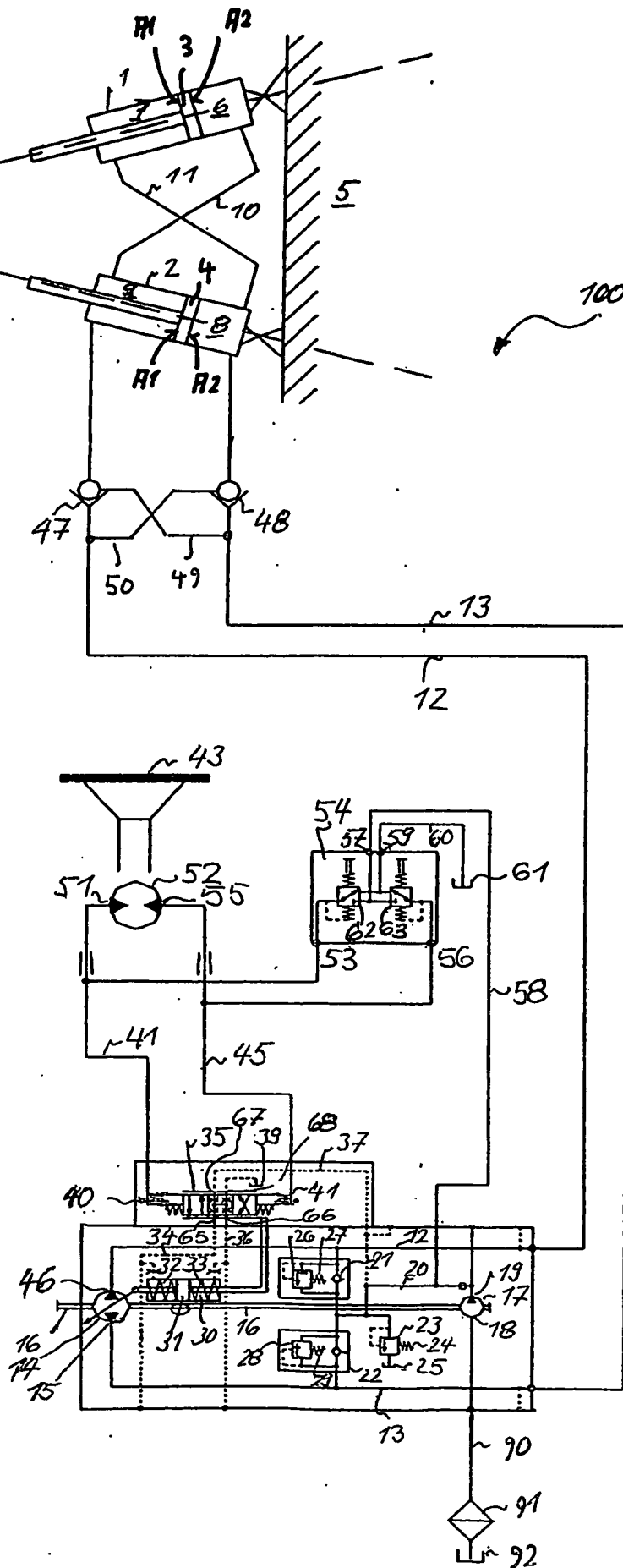


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.